

日 本 国 特 許 庁

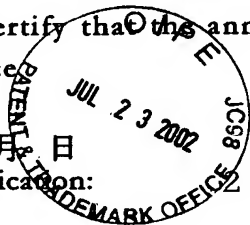
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:



2001年 4月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-109534

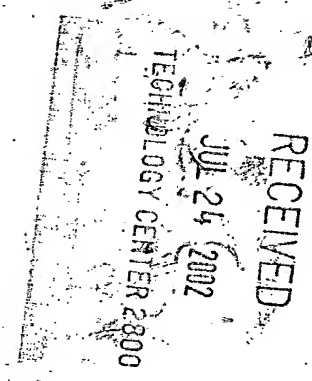
[ST.10/C]:

[JP2001-109534]

出 願 人

Applicant(s):

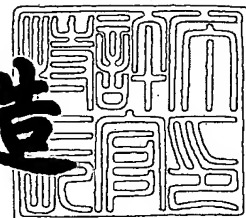
パイオニア株式会社



2002年 1月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3114841

【書類名】 特許願

【整理番号】 55P0721

【提出日】 平成13年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03H 1/00
G11B 7/00

【発明の名称】 ホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 伊藤 善尚

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 松下 元

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 高野 朝光

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平行平板形状を有する一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体内において、情報データに応じて変調された第 1 波長の可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光の 3 次元的な光干渉パターンの一部に対応する屈折率格子の領域を複数形成するホログラム記録再生方法であって、

前記記録参照光ビームを収束せしめ、そのビームウエスト及びその上流側近傍に前記記録媒体を配置し、前記記録参照光ビームを前記記録媒体の主面に略垂直に照射し、前記記録媒体の内部にて前記信号光ビーム及び記録参照光ビームを交差させ、前記記録媒体の主面に略垂直に伸長する柱形状の屈折率格子の領域を形成し、前記屈折率格子の領域を隣接して並設する記録行程と、

前記記録媒体の主面に略垂直に照射された前記記録参照光ビームのビームウエスト近傍において前記記録参照光ビームを反射させ、前記記録媒体の主面に略垂直に戻し、前記記録参照光ビームに共軸で反対方向に伝搬する再生参照光ビームを前記記録媒体の前記屈折率格子に照射して前記信号光ビームに対して位相共役波を生ぜしめる再生行程と、を含むことを特徴とするホログラム記録再生方法。

【請求項 2】 前記記録行程において、前記信号光ビーム及び記録参照光ビームが交差する記録媒体の部位を通過しかつ当該部位の体積よりも小なる体積を画定するように、前記記録媒体の記録感度を発現させる第 2 波長を有するゲート光ビームを前記記録参照光ビームに共軸で前記記録媒体に照射することを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 3】 前記記録媒体はその光学結晶軸をその主面に略平行又は略垂直に備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 4】 前記記録媒体の表面における前記ゲート光ビーム又は前記記録参照光ビームの横断面の面積が前記信号光ビームの横断面の面積より小であるように、それぞれ照射することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 5】 柱形状の前記屈折率格子の領域の各々を略円柱形状で形成することを特徴とする請求項 2 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 6】 前記屈折率格子の領域の最大内径は、前記信号光ビームの光強度分布の 0 次及び 1 次回折光のピーク間距離よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 7】 平行平板形状を有する一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体内において、情報データに応じて変調された第 1 波長の可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光の 3 次元的な光干渉パターンの一部に対応する屈折率格子の領域を複数形成するホログラム記録再生装置であって、

平行平板形状を有するフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体を装着自在に保持する支持手段と、

前記記録媒体の主面に略垂直に、第 1 波長の可干渉性の記録参照光ビームを収束し入射する参照光手段と、

1 画面の情報データに応じて変調された第 1 波長の可干渉性の信号光ビームを前記記録媒体に入射し、その内部にて前記記録参照光ビームと交差せしめかつ前記信号光ビーム及び記録参照光ビームの光干渉パターンを生成する信号光手段と

前記記録参照光ビームと同軸で前記記録媒体の主面に略垂直に、記録媒体の記録感度を発現させる第 2 波長のゲート光ビームを収束し入射して、前記信号光ビーム及び記録参照光ビームが交差する前記記録媒体の部位を通過しかつ当該部位の体積よりも小なる体積を画定する前記光干渉パターンの一部の屈折率格子を形成するゲート光手段と、

前記記録媒体の主面に略垂直に入射された前記記録参照光のビームウエスト近傍に配置された平面鏡を含み、前記平面鏡によって、前記記録参照光ビームに共軸で反対方向に伝搬する再生参照光ビームを前記記録媒体の前記屈折率格子に照射して前記信号光ビームに対して位相共役波を生ぜしめる位相共役波発生手段と

前記位相共役波を前記信号光ビームの光路から分離する分離手段と、

前記位相共役波により結像された情報データを検出する検出手段と、を有する

ことを特徴とするホログラム記録再生装置。

【請求項 8】 前記支持手段は、前記屈折率格子の領域を柱形状となし、前記屈折率格子の領域を隣接して並設するように、前記記録媒体を移動させる移動機構を備えていることを特徴とする請求項 7 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 9】 前記記録媒体はその光学結晶軸をその主面に略平行又は略垂直に備えていることを特徴とする請求項 7 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 10】 前記記録媒体の表面における前記ゲート光ビームの横断面の面積が前記信号光ビームの横断面の面積より小であるように、それぞれ照射することを特徴とする請求項 7 記載のホログラム記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はフォトリフラクティブ材料からなるホログラム記録媒体いわゆるホログラフィックメモリに関し、特にホログラフィックメモリを利用するホログラム記録再生方法及び光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ホログラムの原理を利用したデジタル情報記録システムとして、体積ホログラフィック記録システムが知られている。このシステムの特徴は、情報信号を記録媒体に屈折率の変化として記録することである。記録媒体には、ニオブ酸リチウム単結晶などのフォトリフラクティブ材料が使用される。

【0003】

従来のホログラム記録再生方法の 1 つにフーリエ変換を用いて記録再生する方法がある。

図 1 に示すように、従来の 4 f 系ホログラム記録再生装置においては、レーザー光源 11 から発せられたレーザー光 12 は、ビームスプリッタ 13 において信号光 12a と記録参照光 12b とに分割される。信号光 12a は、ビームエキスパンダ BX でビーム径を拡大されて、平行光として、透過型の TFT 液晶表示装置 (LCD) のパネルなどの空間光変換器 SLM に照射される。空間光変換器 SLM

は、エンコーダで信号変換された記録データを電気信号として受け取って、平面上に明暗のドットパターンを形成する。信号光 1 2 a は、空間光変換器 S L M を透過すると、光変調されて、データ信号成分を含む。ドットパターン信号成分を含んだ信号光 1 2 a は、その焦点距離 f だけ離しておいたフーリエ変換レンズ 1 6 を通過してドットパターン信号成分をフーリエ変換されて、記録媒体 1 0 内に集光される。一方、ビームスプリッタ 1 3 において分割された記録参照光 1 2 b は、ミラー 1 8、1 9 によって記録媒体 1 0 内に導かれて、信号光 1 2 a の光路と記録媒体 1 0 の内部で交差して光干渉パターンを形成し、光干渉パターン全体を屈折率の変化（屈折率格子）として記録する。

【 0 0 0 4 】

このように、コヒーレントな平行光で照明された情報データからの回折光をフーリエ変換レンズで結像し、その焦点面すなわちフーリエ面上の分布に直してフーリエ変換の結果の分布をコヒーレントな参照光と干渉させてその干渉縞を焦点近傍の記録媒体に記録する。1 ページ目の記録が終了したら、回動ミラーを所定量回転し、かつ、その位置を所定量平行移動させ記録媒体 1 0 に対する記録参照光 1 2 b の入射角度を変化させ、2 ページ目を同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより角度多重記録を行う。

【 0 0 0 5 】

一方で、再生時には逆フーリエ変換を行いドットパターン像を再生する。情報再生においては、図 1 に示すように、例えば、空間光変換器 S L M によって信号光 1 2 a の光路を遮断して、記録参照光 1 2 b のみを記録媒体 1 0 へ照射する。再生時には、再生するページを記録した時の記録参照光と同じ入射角度になるように、ミラーの位置と角度をミラーの回動と直線移動を組み合わせで変化させ制御する。記録参照光 1 2 b の照射された記録媒体 1 0 の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した再生光が現れる。この再生光を逆フーリエ変換レンズ 1 6 a に導いて、逆フーリエ変換するとドットパターン信号を再現することができる。さらに、このドットパターン信号を焦点距離位置の電荷結合素子 C C D などの光検出器 2 0 によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダに送ると、元のデータが再生される。

【0006】

このように、図2に示すように、従来は記録媒体内のある体積中に情報を高密度で記録するために角度多重や、波長多重を用いて数mm角程度の体積中に多重記録を行っていた。このため角度選択性や波長選択性を確保するために、信号光と参照光の可干渉長を長くかつ、広く取っていた。このため記録に用いる光単位あたりの強度が低下するので、記録媒体には高感度のものが要求された。また高密度記録のためには多重記録する必要があるので消去時定数の大きい多重の行いやすいものが要求された。一般に消去時定数の大きな記録媒体は記録感度も低く、システムとしての記録速度を制限していた。

【0007】

さらに、従来の装置では高性能のフーリエ変換レンズ及び逆フーリエ変換レンズの2つが必要であり、さらに記録再生において参照光の制御に高精度のページング制御機構を設置する必要があり、システムの小型化に不利であるといった問題があった。

また、従来は1箇所にも多重記録するため、多重記録したことによる記録媒体の屈折率変化が加算され、参照光の媒体透過後の波面が徐々に変化してしまい、それを反射して再生参照光として位相共役再生を行うためには多重回数に制限があった。多重記録時に記録感度の小さい方向の回折格子形成による影響の積み重ねもなくすために反射光に遮光手段を設置する必要があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明の目的は、さらなる高密度記録が可能でかつ小型化が可能なホログラム記録媒体へのホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明のホログラム記録再生方法は、平行平板形状を有する一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体内において、情報データに応じて変調された第1波長の可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光の3次元的な光干渉パター

ンの一部に対応する屈折率格子の領域を複数形成するホログラム記録再生方法であって、

前記記録参照光ビームを収束せしめ、そのビームウエスト及びその上流側近傍に前記記録媒体を配置し、前記記録参照光ビームを前記記録媒体の主面に略垂直に照射し、前記記録媒体の内部にて前記信号光ビーム及び記録参照光ビームを交差させ、前記記録媒体の主面に略垂直に伸長する柱形状の屈折率格子の領域を形成し、前記屈折率格子の領域を隣接して並設する記録行程と、

前記記録媒体の主面に略垂直に照射された前記記録参照光ビームのビームウエスト近傍において前記記録参照光ビームを反射させ、前記記録媒体の主面に略垂直に戻し、前記記録参照光ビームに共軸で反対方向に伝搬する再生参照光ビームを前記記録媒体の前記屈折率格子に照射して前記信号光ビームに対して位相共役波を生ぜしめる再生行程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明のホログラム記録再生方法においては、前記記録行程において、前記信号光ビーム及び記録参照光ビームが交差する記録媒体の部位を通過しかつ当該部位の体積よりも小なる体積を画定するように、前記記録媒体の記録感度を発現させる第2波長を有するゲート光ビームを前記記録参照光ビームに共軸で前記記録媒体に照射することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明のホログラム記録再生方法においては、前記記録媒体はその光学結晶軸をその主面に略平行又は略垂直に備えていることを特徴とする。

本発明のホログラム記録再生方法においては、前記記録媒体の表面における前記ゲート光ビーム又は前記記録参照光ビームの横断面の面積が前記信号光ビームの横断面の面積より小であるように、それぞれ照射することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明のホログラム記録再生方法においては、柱形状の前記屈折率格子の領域の各々を略円柱形状で形成することを特徴とする。

本発明のホログラム記録再生方法においては、前記屈折率格子の領域の最大内径は、前記信号光ビームの光強度分布の0次及び1次回折光のピーク間距離より

も小さいことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明のホログラム記録再生装置は、平行平板形状を有する一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体内において、情報データに応じて変調された第 1 波長の可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光の 3 次元的な光干渉パターンの一部に対応する屈折率格子の領域を複数形成するホログラム記録再生装置であって、

平行平板形状を有するフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体を装着自在に保持する支持手段と、

前記記録媒体の主面に略垂直に、第 1 波長の可干渉性の記録参照光ビームを収束し入射する参照光手段と、

1 画面の情報データに応じて変調された第 1 波長の可干渉性の信号光ビームを前記記録媒体に入射し、その内部にて前記記録参照光ビームと交差せしめかつ前記信号光ビーム及び記録参照光ビームの光干渉パターンを生成する信号光手段と

前記記録参照光ビームと同軸で前記記録媒体の主面に略垂直に、記録媒体の記録感度を発現させる第 2 波長のゲート光ビームを収束し入射して、前記信号光ビーム及び記録参照光ビームが交差する前記記録媒体の部位を通過しかつ当該部位の体積よりも小なる体積を画定する前記光干渉パターンの一部の屈折率格子を形成するゲート光手段と、

前記記録媒体の主面に略垂直に入射された前記記録参照光のビームウエスト近傍に配置された平面鏡を含み、前記平面鏡によって、前記記録参照光ビームに共軸で反対方向に伝搬する再生参照光ビームを前記記録媒体の前記屈折率格子に照射して前記信号光ビームに対して位相共役波を生ぜしめる位相共役波発生手段と

前記位相共役波を前記信号光ビームの光路から分離する分離手段と、

前記位相共役波により結像された情報データを検出する検出手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

本発明のホログラム記録再生装置においては、前記支持手段は、前記屈折率格子の領域を柱形状となし、前記屈折率格子の領域を隣接して並設するように、前記記録媒体を移動させる移動機構を備えていることを特徴とする。

本発明のホログラム記録再生装置においては、前記記録媒体はその光学結晶軸をその主面に略平行又は略垂直に備えていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明のホログラム記録再生装置においては、前記記録媒体の表面における前記ゲート光ビームの横断面の面積が前記信号光ビームの横断面の面積より小であるように、それぞれ照射することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を添付図面を参照しつつ説明する。

ホログラムメモリスシステムを小型化する方法の1つに位相共役波による再生方法が考えられる。この位相共役波による再生方法を実現するためには、記録時の参照光（以下、記録参照光という）に対して位相共役な記録時の参照光（以下、再生参照光という）を用いる。すなわち、位相共役波再生方法では、記録時の方法は従来と同じであるが、再生時に記録時の参照光と対向する対称な性質を持つ位相共役な再生参照光を用いることにより、信号光の位相共役光が信号光の入射してきた方向に発生して、フーリエ変換レンズが逆フーリエ変換レンズを兼ねることができ、また、位相共役光が記録媒体やレンズを通ることにより、その波面の位相が乱されても、再びその記録媒体やレンズを逆に通るときに、位相の乱れが補償され元の状態に戻るといった位相共役光の性質により、レンズに高い性能を必要とせず簡便なレンズで構成することができる。よって、小型化には非常に有効な記録再生方法である。

【 0 0 1 7 】

このように位相共役再生法においては、記録参照光と再生参照光とを対称の性質にする必要があり一般的には対称に対向する平面波を用いるが、ここでは平面波を平面鏡で垂直反射させて実現する。本実施形態においては記録光（記録参照光と信号光）を微小領域に集光することにより、少ない光量でも光パワー密度を

高め高速な記録を達成するものである。参照光を記録媒体の主面に垂直に入射し、そのビームウエストに平面鏡を配置し、参照光を垂直に反射させる。信号光は参照光に対し鋭角に入射させる。ゲート光は参照光と同軸にかつ参照光と同様の集光方法によりビーム成形し媒体に入射させる。

【 0 0 1 8 】

光径がある程度の大きさを持つ場合にはレンズや絞りにより平行光の一部を制限して参照光を構成しても回折現象の影響が少なく光径の変化割合がほとんどない円柱状のセクタが形成でき、その参照光を任意の位置で平面鏡にて垂直に反射させ、対向させることにより、再生参照光と記録参照光の波面を同じにすることができる。しかし、微小な（数十 μm 程度）領域に記録する場合は、絞り（ピンホール）による制限では回折現象により円柱状の微小セクタは構成できない。そこで、本実施形態においては焦点距離の長いレンズによりゆるやかに集光する平面波に近い参照光により略円柱状のセクタを、または、球面波の参照光により円錐台状の記録セクタを用いる。この時に記録参照光の反射を利用して再生参照光を得るためには、記録参照光のビームウエストの位置に平面鏡を配置し、記録参照光を反射させ対向させることによって、記録参照光と相似な再生参照光が得られ両者の波面を同じにすることができる。

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、信号光及び参照光生成用の光源 1 1 には、長い波長の第 1 波長の例えば波長 8 5 0 n m の D B R (Distributed Bragg Reflector) レーザを近赤外レーザ光源として用いる。レーザ光源 1 1 から発せられるレーザ光 1 2 は、ビームスプリッタ 1 3 によって信号光 1 2 a と記録参照光 1 2 b とに分割される。信号光 1 2 a の光路上には、シャッタ S H s、ミラー 1 4、ビームエキスパンダ B X、空間光変換器 S L M、ビームスプリッタ 1 5、フーリエ変換レンズ 1 6 及び位相変調板 1 7 が配置されている。一方、ビームスプリッタ 1 3 において分割された記録参照光 1 2 b の光路上にはミラー 1 8、1 9 間にシャッタ S H r 及び集光レンズ L r が設けられている。記録時において、信号光 1 2 a と記録参照光 1 2 b は、異なる光学経路を辿って、平行平板状の記録媒体 1 0 内の交差位置 P に照射される。すなわち、シャッタ S H s、S H r が開いたとき、ミラー 1

4によって信号光12aビームが記録媒体の主面に所定入射角度 θ で斜めに、ミラー19によって記録参照光12bビームが記録媒体の主面に略垂直に、照射され記録媒体10内で干渉する。

【0020】

記録媒体10として例えばテルビウム(Tb)を100ppm、鉄(Fe)を5ppm添加した定比組成に近いニオブ酸リチウムを用いた場合、そのままでは近赤外光に対して感度を有しないため、ゲート光を同時に照射して記録感度を発現させる。信号光と参照光の交差部位の内、ゲート光の通過する部分の記録媒体だけに記録感度が発現するので、ゲート光を集光レンズで集光して記録媒体に入射すると、例えば円柱状の通過部分のホログラムが記録される。さらに、記録参照光もゲート光と同等のビーム径まで絞り込むことで、記録光強度の密度を高めることができ、低い記録感度の記録媒体や低出力の光源でも高速に記録することができる。このように、Tb添加の LiNbO_3 などのフォトリフラクティブ材料では、通常、無色透明であるが、紫外線などを照射することで可視光吸収が発現し照射部が着色し、この時、着色部に可視光を材料に照射すると近赤外線領域に誘起吸収(記録感度)が発生し、一方、紫外線を照射しないと近赤外光に対する記録感度が極端に低下することから、紫外線をゲート光とし、近赤外線光を信号光及び参照光とするホログラム記録を行うので、この記録の形態を2色ホログラムと呼ぶ。

【0021】

ゲート光生成用の光源21には、紫外又は短波長の可視光の帯域の第2波長の例えば波長325nmのHe-Cdレーザを用いる。ゲート光生成用光源21は、その照射光により記録媒体10の光誘導吸収を発現、即ち着色に十分なパワーを有する光源である。記録時においてシャッタSHgが開いたとき、ゲート光生成用光源21から発せられたゲート光22は、シャッタSHg及び集光レンズLgを介して、ハーフミラー23で反射されて、記録媒体10の主面に略垂直に照射される。したがって、記録参照光及びゲート光の両ビームは共軸において照射される。集光レンズLgはゲート光ビーム22を収束せしめ、記録媒体10の内部の交差位置Pに柱形状の通過領域を形成するように、ビーム径を絞ってスポッ

ト照射する。よって、ゲート光 2 2 のビームウエストに到る近傍に記録媒体 1 0 が配置されている。シャッタ S H s、S H r 及び S H g は、光ビーム 1 2 a、1 2 b 及び 2 2 の光路を開閉するために設けられている。シャッタの各々の開閉は、コントローラ 3 2 によって送出される信号によって、ドライバを介してそれぞれ駆動される。

【 0 0 2 2 】

図 3 に示すように、記録参照光 1 2 b の光路上には、記録媒体 1 0 の反対側、記録媒体 1 0 の直近に回動自在な平面鏡 4 5 が設けられている。平面鏡 4 5 は、再生時に位相共役波を生成するために用いる。再生時には、記録媒体 1 0 を通過した記録参照光 1 2 b と対向するように、すなわち記録参照光 1 2 b が垂直入射するように固定される。よって、記録参照光 1 2 b のビームウエストの位置に平面鏡 4 5 を置くことにより、記録したホログラムから位相共役再生を行うのである。再生時には、記録参照光 1 2 b を照射すると記録媒体 1 0 を通過し、当該参照光が平面鏡 4 5 により正反射し再生参照光 1 2 c となり記録媒体 1 0 に再入射して、記録媒体 1 0 より回折光（再生光としての位相共役光）が得られる。一方、記録時には、迷光を防ぐために、コントローラ 3 2 の制御により平面鏡 4 5 を回動せしめ、記録参照光 1 2 b を例えば完全黒体に近い炭の板などの光吸収体 5 0 へ導くように固定される。また、信号光 1 2 a の光路上には、信号光の迷光も低減させるために、記録媒体透過光をレンズで所定のビーム径になるよう集光した後、光吸収体 5 0 もしくは、別に設置した同種の光吸収体へ導光する。

【 0 0 2 3 】

記録媒体に対して傾斜した信号光 1 2 a の光路上において、ビームエキスパンダ B X は、シャッタ S H s を通過した信号光 1 2 a のビーム径を拡大して、信号光 1 2 a を平行光線とし空間光変換器 S L M に垂直入射するように照射する。空間光変換器 S L M は、エンコーダ 2 5 より受けた 2 次元平面ページに対応する単位ページ系列の電氣的なデータを受けて、明暗のドットマトリクス信号を表示する。信号光 1 2 a は、空間光変換器 S L M を通過すると光変調されて、データをドットマトリクス成分として含む。さらにフーリエ変換レンズ 1 6 は、ビームスプリッタ 1 5 を透過した信号光 1 2 a のドットマトリクス成分をフーリエ変換す

るとともに、記録媒体 10 の位置 P の後方に焦点を結ぶように集光する。ビームスプリッタ 15 は後述する位相共役波を、受光器である CCD 20 へ供給する。空間光変換器 SLM 及び CCD 20 は、フーリエ変換レンズ 16 の焦点距離に配置されている。空間光変調器と記録媒体間に位相変調板 17 を配置することで、このフーリエ変換レンズによる 0 次光の 1 点への集光を緩和することができるので、変調信号成分とのパワー比の不均衡も緩和できる。

【 0 0 2 4 】

さらに、ビームスプリッタ 15 から分岐して光検出器アレイの撮像素子例えば CCD 20 が配置されている。ビームスプリッタ 15 は位相共役波を CCD 20 に送り得る位置に配置されている。CCD 20 にはデコーダ 26 が接続される。デコーダ 26 はコントローラ 32 へ接続される。なお、コントローラ 32 は、あらかじめ記録媒体 10 にフォトリフラクティブ結晶の種類に対応した標識を付しておき、記録媒体 10 がこれを移動させる支持手段である可動ステージ 30 上に装着されると、適当なセンサにより自動的にこの標識を読み取り、記録媒体の移動を制御することが可能である。

【 0 0 2 5 】

次に 2 色ホログラム記録行程手順について述べる。

まず、図 4 に示すように、平面鏡 45 を迷光防止状態へ回動して、記録参照光 12b 及びゲート光 22 が正反射しないように固定する。次に、記録媒体 10 を保持している n ($n = 1$ 又は 2) 軸可動ステージ 60 をコントローラ 32 で位置制御して、対象としている記録媒体 10 を所定位置へに移動する。次に、記録信号をエンコーダ 25 より空間光変調器 SLM へ送出し、所定パターンを表示する。次に、シャッタ SHg を開放し、ゲート光先行照射による既記録部消去し、次に、ゲート光照射とともにシャッタ SHs, SHr を開放して記録を開始する。次に、コントローラ 32 により制御された所定時間記録し、すなわち干渉させる。次に、シャッタ SHg, SHr, SHs を閉鎖する。次に、平面鏡 45 を正反射状態へ回動して戻して固定する。以上で記録を完了して、記録媒体 10 中で参照光及び信号光の光干渉パターンを形成し、ゲート光で媒体を部分的に励起することにより、屈折率の変化として情報記録する。1 ページ目の記録が終了したら

、記録媒体 1 0 を所定量移動し記録媒体 1 0 に対する記録参照光 1 2 b の位置を変化させ、2 ページ目を同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより記録を行う。

【0 0 2 6】

記録媒体へのゲート光並びに記録参照光及び信号光の入射状態例を図 5 に示す。略円柱形状の屈折率格子の領域 R G の各々はホログラム記録媒体 1 0 の主面に略垂直に伸長している。略垂直に入射している記録媒体主面上の半径 r のゲート光または記録参照光及びゲート光と、同主面上の半径 r_s の信号光とは、例えば $r = 30 \mu\text{m}$ 、 $r_s = 100 \mu\text{m}$ のように $r_s > r$ となるように入射させる。また、ほぼ円筒状に情報を記録するため、記録媒体 1 0 の厚み T に対して十分な長さ、例えば、 $T/r > 2$ を持つことが好ましい。

【0 0 2 7】

さらに、ゲート光により記録参照光及び信号光の屈折率変化領域を制限する場合を考察してみる。図 6 に示すように、フーリエ変換のホログラム記録において光空間変調器でフーリエ変換された信号光は、光空間変調器の画素の繰り返し（ピッチ a とする）による 1 次回折光が最高周波数成分となる。信号光と参照光を干渉させ記録媒体 1 0 内で記録をおこなう際、フーリエ面に空間周波数スペクトル分布光強度が生じる。

【0 0 2 8】

記録面の空間周波数 ($1/a$)、光の波長 (λ)、フーリエ変換レンズの焦点距離 (f) を用いて、フーリエ面での 0 次と 1 次フーリエスペクトルの間隔 (d_1) は $d_1 = (1/a) \cdot (\lambda) \cdot (f)$ のように表すことができる。

図 6 はフーリエ変換像の強度分布を示している。記録媒体の屈折率が 2 で厚さが 3 mm として、実施例装置の光学系が T F T 液晶の 1000×1000 光空間変調器で画素ピッチが $10 \mu\text{m}$ 、信号光波長 530nm 、焦点距離 14mm である場合、これに対応したフーリエスペクトル間隔 (d_1) は上式によると $750 \mu\text{m}$ 程度となる。したがって、信号光の情報の大部分は光軸から約 $\pm 750 \mu\text{m}$ の範囲に存在することになる。図 6 に示すように、この 1 次回折光と 0 次光とで構成される田の字型の空間内に光空間変調器に現れた 2 次元データが分散されて

いることになる。

【 0 0 2 9 】

このため記録に重要となる基本波成分の大部分は 0 次光の周辺に集中するため、画素の 1 次回折光付近の高調波成分の情報は相対的に重要でなくなる。

そこで、本発明においては、記録する際に隣り合う信号光のフーリエスペクトル同士が重なっても、ゲート光の直径 (d_2) をフーリエスペクトル間隔 (d_1) に関して $d_1 > d_2$ となるように設定する。また、ゲート光により制限されて記録される領域は重ならず隣接するように、すなわちゲート光ピッチ PG を $PG \geq d_2$ となるように設定する。このように周期的に空間配置することで、最密充填で情報を多重記録することができる。

【 0 0 3 0 】

よって、本発明では、信号光と記録参照光の干渉パターンの中のゲート光により画定された一部に対応する屈折率格子の領域を複数有する平行平板形状の一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶ホログラム記録媒体では、各々の屈折率格子の領域は柱形状を有し、屈折率格子の領域が隣接して並設されている。

図 3 に示す記録媒体への入射角略ゼロの信号光と入射角 θ の記録参照光のビームは、その共軸の光軸に対して $\theta / 2$ の角度で干渉縞を生成する。フォトリフラクティブ結晶では生成される回折格子の方向がその光学結晶軸に垂直である方向において記録感度が高いので、主面に対して $\theta / 2$ の角度で伸長する光学結晶軸を設定した記録媒体が好ましいが、信号光の入射角 θ を小さくすれば、生成される回折格子の方向が主面に近いので、ホログラム記録媒体は、加工し易い光学結晶軸をその主面に略平行に備えていてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 3 において、記録媒体の光学結晶軸は平行平板の主面方向に略平行とする。記録時には、記録参照光と信号光のなす角の 2 等分線の方に回折格子が形成される。このとき、この回折格子の方向が記録媒体の光学結晶軸に直交する場合に記録感度を最大に使える。直交からそれるに従い三角関数的に感度が減少する。つまり、記録参照光と信号光により形成される回折格子は光学結晶軸に直交する方向に近く透過型ホログラムが記録されやすいが、反射ミラーにより反射した参

照光と信号光により構成される回折格子（反射型ホログラム）は、記録媒体の光学軸と平行に近くなり、記録感度は非常に小さく記録されにくい。再生時には反射ミラーによる反射光が再生参照光として作用し媒体より回折光（再生共役光）が得られる。当然、入射光による通常のホログラムも再生されるが、回折方向が異なるので位相共役再生には影響しない。

【 0 0 3 2 】

次に 2 色ホログラム再生の行程手順について述べる。

まず、図 7 に示すように、記録媒体 1 0 を保持している n 軸可動ステージ 6 0 をコントローラ 3 2 で位置制御して、対象としている記録媒体 1 0 を所定位置へに移動する。次に、シャッタ S H r をだけ開放し、再生を開始する。次に、コントローラ 3 2 により制御された所定時間再生する。次に、シャッタ S H r を閉鎖する。以上で再生を完了する。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示すように、平面鏡 4 5 は、その反射面が記録参照光 1 2 b のビームウエストに位置しかつその反射面の法線が記録参照光 1 2 b の入射光路に一致するように配置されている。再生行程において、記録参照光 1 2 b が記録媒体 1 0 を通過し、平面鏡 4 5 で正反射し再生参照光 1 2 c となり記録媒体 1 0 に再入射すると、記録媒体 1 0 より回折光（再生光としての位相共役光）が得られ、記録した屈折率格子から位相共役再生が達成できる。光はビームウエストで収束する球面波から平面波を経て発散する球面波となるので、ビームウエスト位置に当該平面波の波面に平行に平面鏡を配置すれば、当該収束球面波と発散球面波は互いに相似でかつ同軸上にて進行方向が逆の位相共役光が得られる。

【 0 0 3 4 】

再生時には、記録参照光 1 2 b により通常のホログラムも再生されるが再生検出系とは関与しない反対方向のためシステムには影響を及ぼさない。記録参照光 1 2 b と対向するように平面鏡 4 5 が配置されているので、記録参照光 1 2 b が記録媒体 1 0 を透過し平面鏡 4 5 により反射した光を再生参照光 1 2 c とする。記録参照光 1 2 b と再生参照光 1 2 c はその都度、同一の光路を通過する。位相共役波による再生方法においては記録参照光 1 2 b と、再生参照光 1 2 c を

対称の性質にする必要があり、両者に対称の対向する平面波又は球面波が用いられるが、再生参照光ビーム 1 2 c は常に記録参照光ビーム 1 2 b と共軸で反対方向に伝搬させて記録媒体 1 0 に入射し、円柱形状の屈折率格子から回折光（位相共役波）を生ぜしめる。この回折光をフーリエ変換レンズ 1 6 がビームスプリッタ 1 5 に導いて、このドットパターン信号を CCD 2 0 の受光器によって受光して、電氣的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダに送ると、元のデータが再生される。

【 0 0 3 5 】

さらに他の変形例では、記録媒体 1 0 及び平面鏡 4 5 の間に $1/4$ 波長板を配置すれば、記録参照光 1 2 b が記録媒体 1 0 を透過後に 2 回 $1/4$ 波長板を通過することにより記録媒体 1 0 に入射する再生参照光 1 2 c の偏光方向を 90 度変化させることができるので、空間光変換器 SLM からの信号光 1 2 a と CCD 2 0 への回折光（再生光としての位相共役光）を分離する光学系に偏光ビームスプリッタを使用することにより、信号光はすべて記録媒体 1 0 に、回折光はすべて CCD 側に導く分離光学系が構成でき、光量を有効に使うことができる。

【 0 0 3 6 】

また、上記実施例では透過型回折格子でホログラム記録を用いていたが、反射型回折格子を用いても同等の効果を発揮できる。このとき記録時に迷光防止のため回動させていた図 3 の平面鏡 4 5 を固定したままで記録再生をおこなう。このときは記録媒体の光学結晶軸は平面平板の主面方向に略垂直とする。このときも、記録時には記録参照光と信号光の 2 等分角方向に回折格子が形成され、この方向が記録媒体の光学軸に直交する場合記録感度が最大となり、直交からそれるに従い三角関数的に感度が減少する。つまり、前記の実施例とは記録と再生の参照光に逆の現象がおこり、反射ミラーにより反射した参照光と信号光により構成される回折格子が記録媒体の光学軸と直交に近くなり、大きな記録感度を持ち反射型ホログラムが形成されるが、入射の参照光と信号光により構成される回折格子（透過型ホログラム）は、記録媒体の光学軸と平行に近くなり記録感度は非常に小さく記録されにくい。再生時には入射参照光が位相共役再生用の再生参照光として作用し、媒体からの回折光（再生共役光）が得られる。同じく反射光による

通常のホログラムも再生されるが、回折方向が異なるので位相共役再生には影響しない。

【 0 0 3 7 】

本実施例では直径を絞ったゲート光で2色ホログラムを記録するので、記録媒体に形成される記録部分が針状の細長い形状となるため効率良く空間多重記録ができる。同様に記録の際に参照光を絞り込むことで記録光強度の密度を向上させられるので、低い記録感度の記録媒体や出力の低い光源でも高速に記録することができる。

【 0 0 3 8 】

上記実施形態では、記録時のゲート光照射領域が活性化され記録領域となるので、ゲート光を記録参照光と同様の集光方法により形成しつつ、微小セクタを構成するゲート光を用いた再生劣化の無い2色ホログラムを説明したが、記録時のゲート光照射を行わない単色ホログラムの場合でも、少なくとも記録参照光で上記集光方法により微小セクタを形成して再生時に位相共役再生を行えば、低い記録感度の記録媒体や低出力光源でも高速度記録が可能な小型のホログラムメモリシステムが達成できる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

本発明においては、記録媒体の内部にて信号光ビーム及び記録参照光ビームを交差させると同時に、信号光ビーム及び記録参照光ビームが交差する記録媒体の部位を通過しかつ当該部位の体積よりも小なる体積を画定するように、記録媒体の記録感度を発現させるゲート光ビームを記録媒体に照射する構成にしたので、記録領域を針状の細長い形状とし、効率よく空間多重記録が行える。また、本発明によれば、焦点距離の長いレンズによりゆるやかに集光する光束のビームウエスト近傍の平面波に近い部分の参照光及びゲート光を利用して略円柱状の微小セクタに記録し、再生は記録参照光のビームウエストの位置に平面鏡を配置し、記録参照光を反射させ対向することによって再生参照光を構成し位相共役再生を行う構成にしたので、大型の光源を用いなくても、記録光（記録参照光と信号光）を微小領域に集光することによる高光パワー密度化による記録時間の短縮と、柱

状の記録領域の重ね合わせにより記録媒体の記録可能容量を有効に利用し、高速記録、高記録密度化が達成できる。さらに、参照光をビームウエストにて反射させることにより、記録と再生の参照光の波面を相似にした位相共役再生が実現できるので、記録再生光学系が簡素になりメモリシステムの小型化が達成できる。

【 0 0 4 0 】

本発明では、同じセクタに多重しないので、記録による媒体の屈折率変化が加算されず、記録媒体透過光を参照光として用いても入射光との波面の違いが少なく信号再生に有利である。また、記録媒体における記録感度の小さい方向の回折格子形成による影響の積み重ねもなくなり、反射光の遮光手段がなくても再生に大きな影響を与えない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来のホログラム記録システムを示す概略構成図。

【図 2】

ホログラム記録媒体を示す概略断面図。

【図 3】

本発明によるホログラム記録再生装置を説明する概略構成図。

【図 4】

本発明による記録再生装置における記録行程を説明する概略図。

【図 5】

本発明による実施形態のホログラム記録媒体を示す概略斜視図。

【図 6】

本発明によるホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略図。

【図 7】

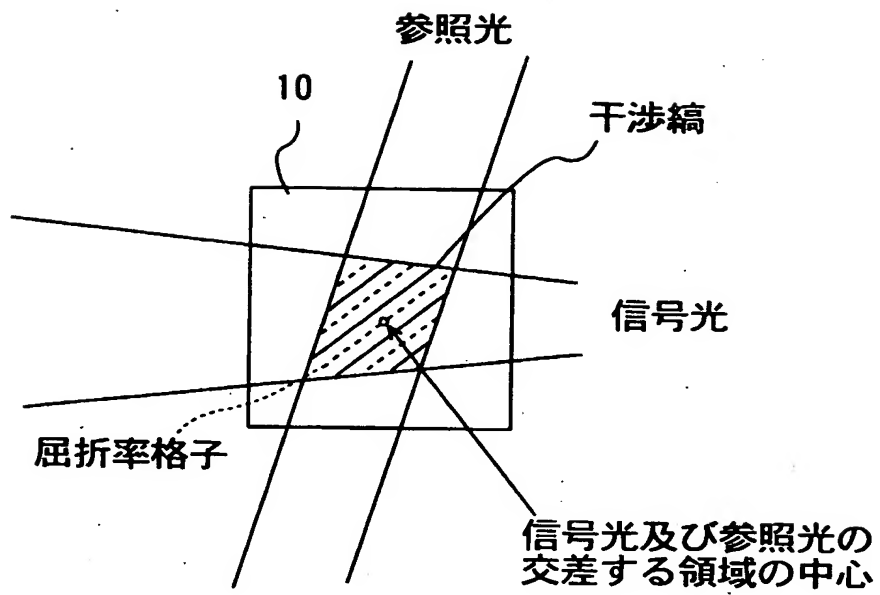
本発明によるホログラム記録再生装置における再生行程を説明する概略図。

【符号の説明】

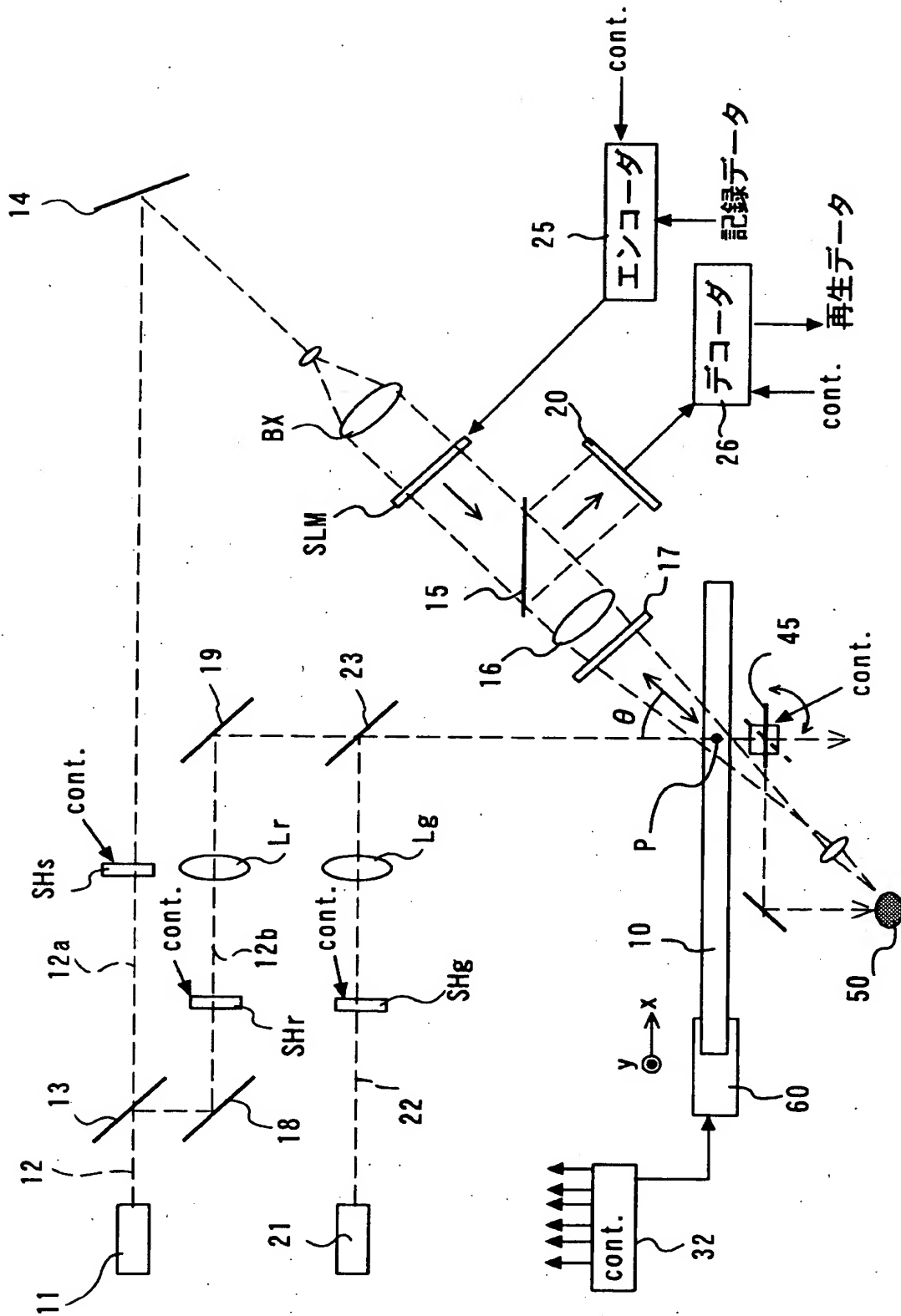
- 1 0 記録媒体
- 1 1 レーザ光源
- 1 2 a 信号光

12b 記録参照光
12c 再生参照光
13、15 ビームスプリッタ
16 フーリエ変換レンズ
17 位相変調板
14、18、19、45 ミラー (平面鏡)
23 ハーフミラー (平面鏡)
20 CCD、光検出器
21 ゲート光生成用光源
22 ゲート光
25 エンコーダ
26 デコーダ
32 コントローラ
50 光吸収体
60 可動ステージ
BX ビームエキスパンダ
SLM 空間光変換器
SHs、SHr、SHg シャッタ

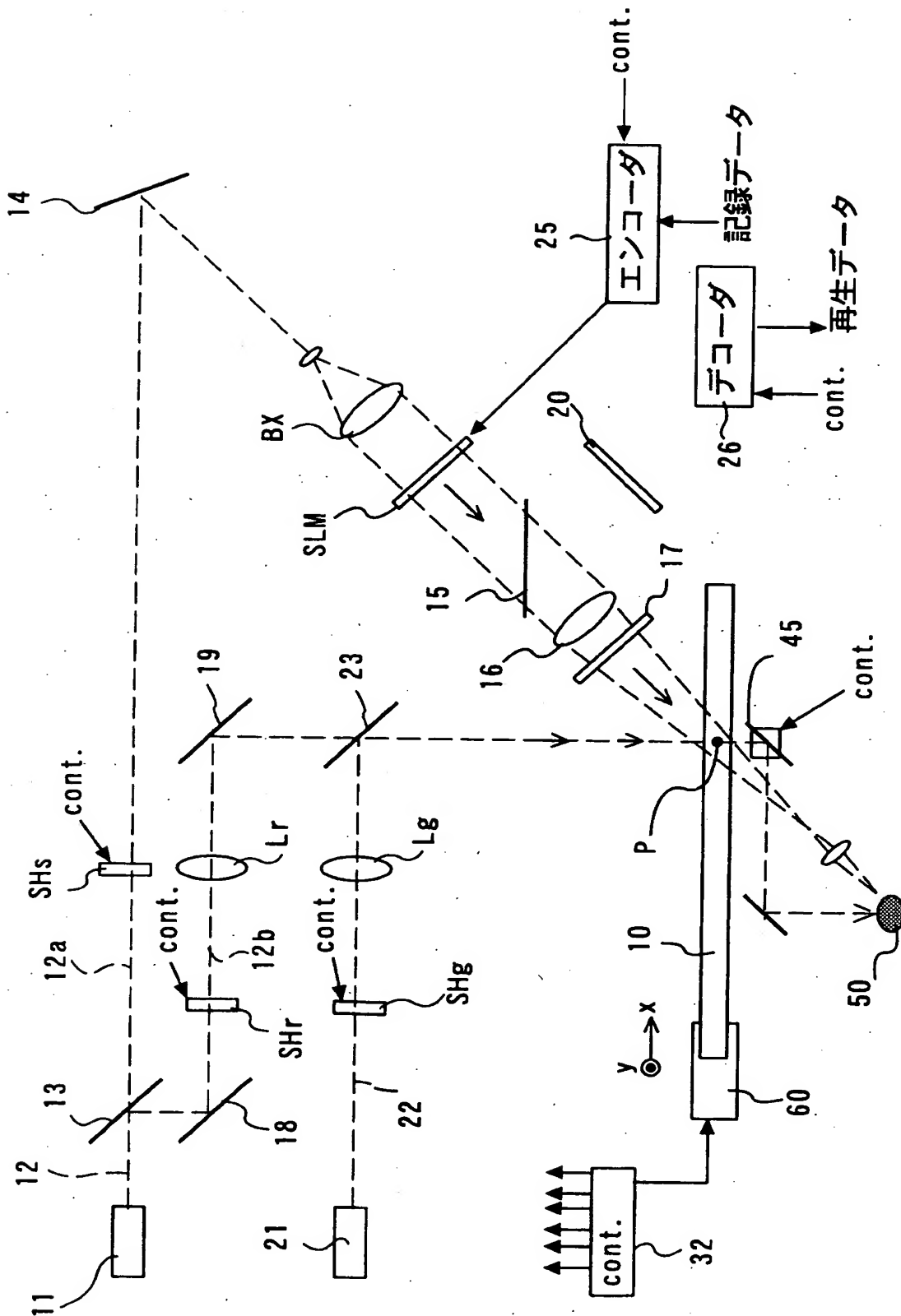
【図 2】



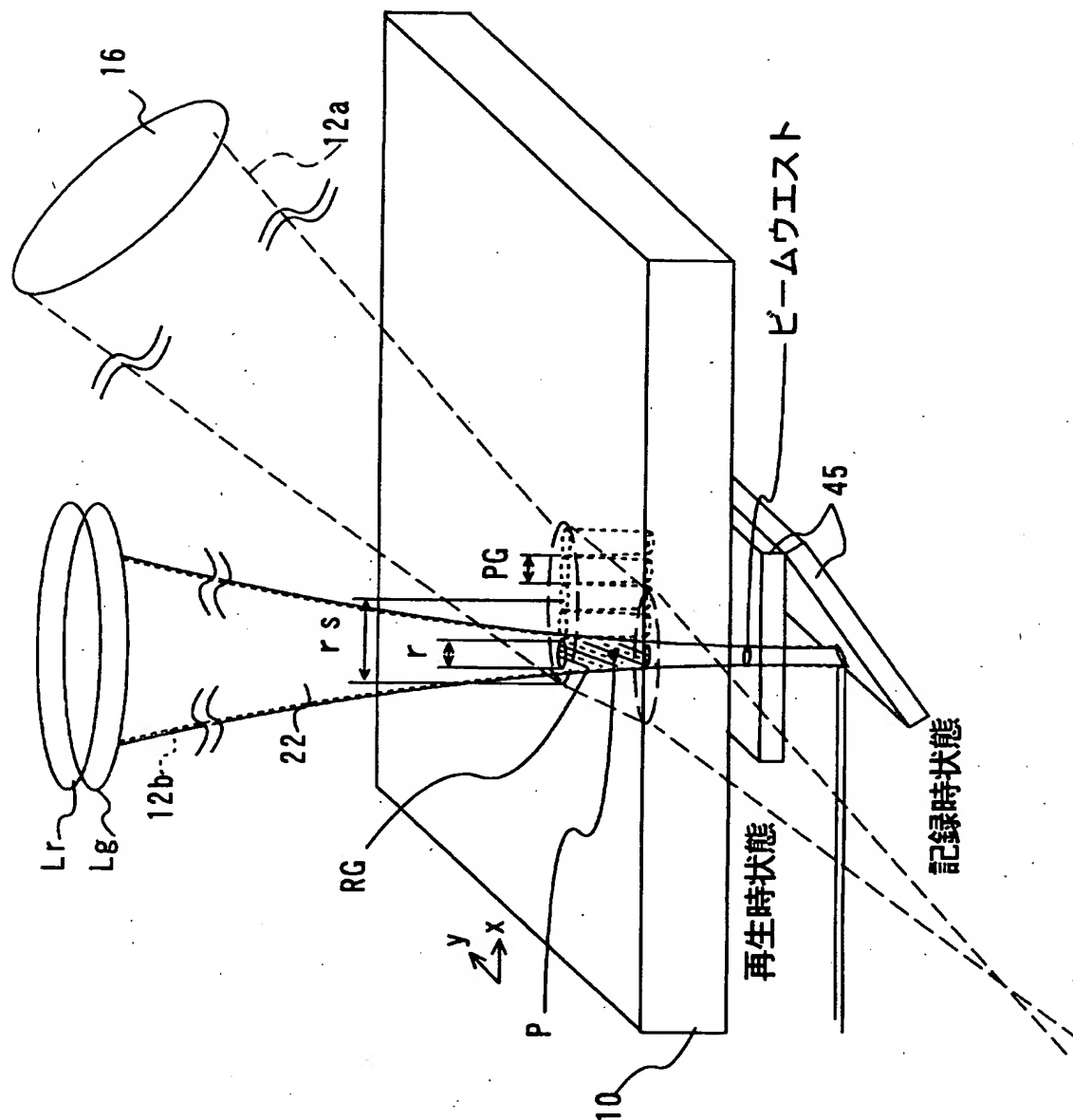
【図3】



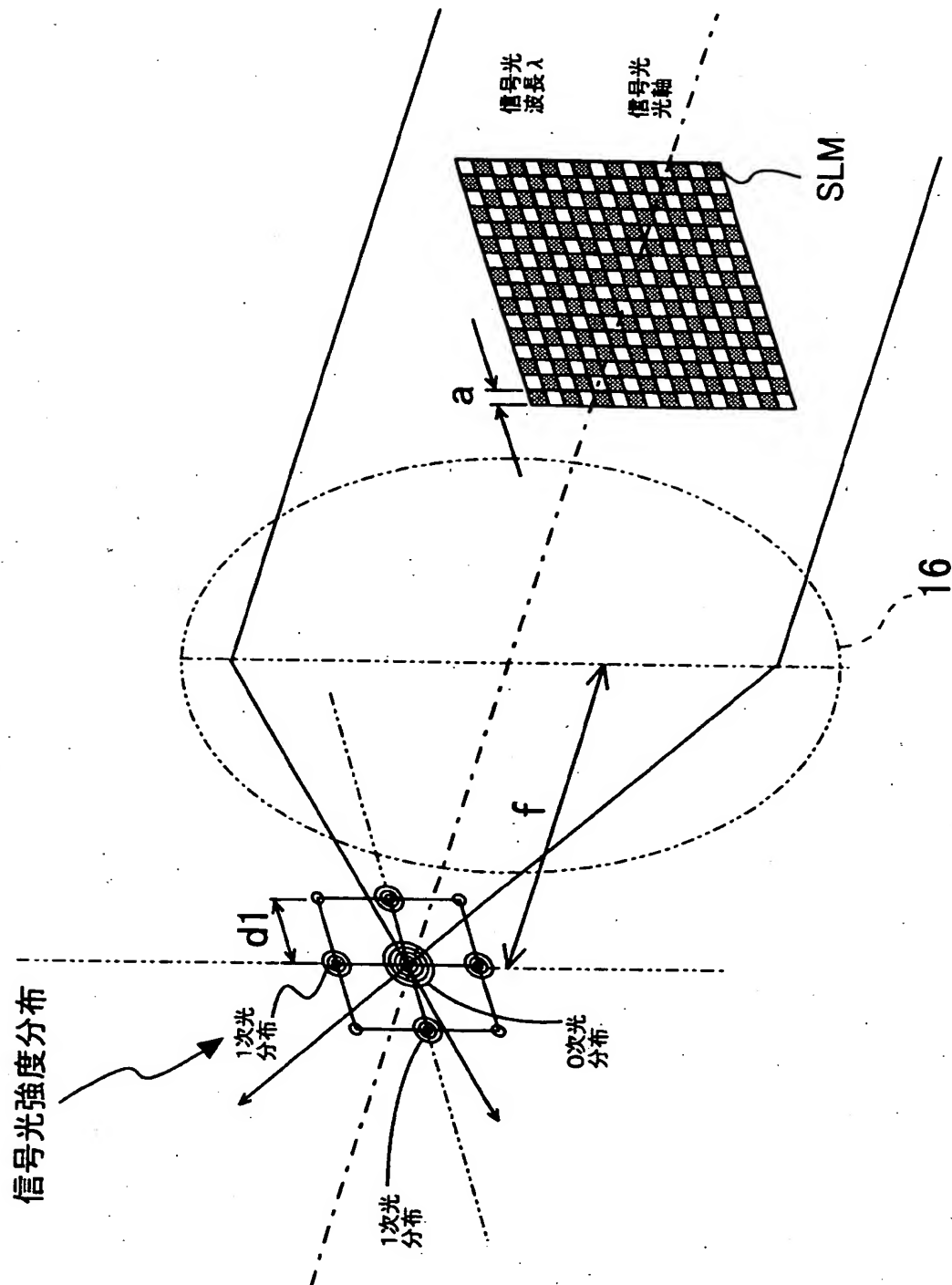
【図4】



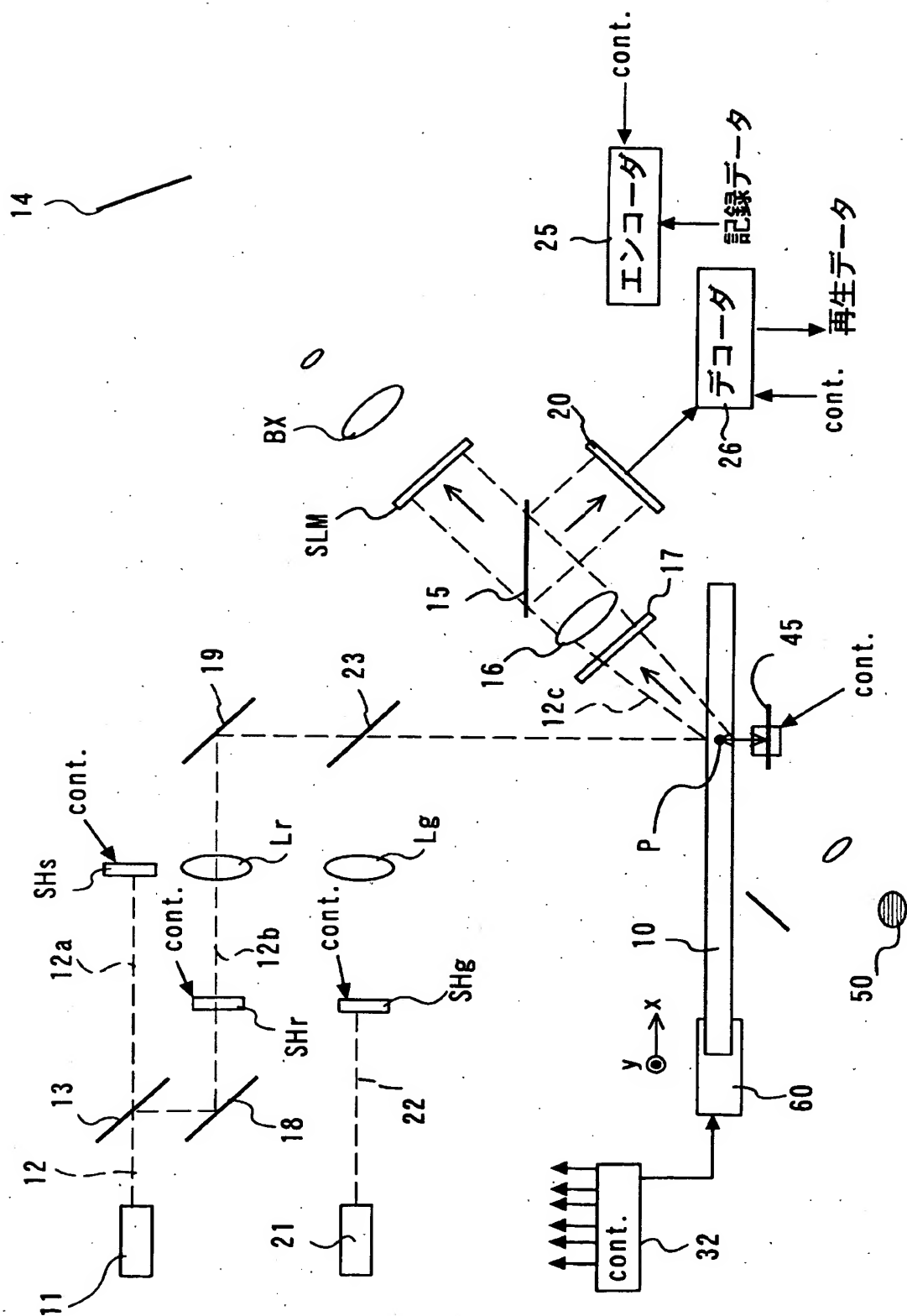
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 体積ホログラフィックメモリへ高密度で干渉パターンを記録できる

ホログラム記録再生方法及び記録再生装置を提供する。

【解決手段】 平行平板形状を有する一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶からなる記録媒体内において、情報データに応じて変調された第1波長の可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光の3次元的な光干渉パターンの一部に対応する屈折率格子の領域を複数形成するホログラム記録再生方法であって、記録参照光ビームを収束せしめ、そのビームウエストに到るその近傍に記録媒体を配置し、記録参照光ビームを記録媒体の主面に略垂直に照射し、記録媒体の内部にて信号光ビーム及び記録参照光ビームを交差させ、記録媒体の主面に略垂直に伸長する柱形状の屈折率格子の領域を形成し、屈折率格子の領域を隣接して並設する記録行程と、記録媒体の主面に略垂直に照射された記録参照光ビームのビームウエスト近傍において記録参照光ビームを反射させ、記録媒体の主面に略垂直に戻し、記録参照光ビームに共軸で反対方向に伝搬する再生参照光ビームを記録媒体の屈折率格子に照射して記信号光ビームに対して位相共役波を生ぜしめる再生行程と、を含む。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名	パイオニア株式会社